



ROYAUME DU MAROC
MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION
NATIONALE
Académie de Casablanca
DÉLÉGATION DE MOHAMMEDIA
Lycée Technique Mohammedia



Matière :	Science de l'Ingénieur - A.T.C -	Pr.MAHBAB
Section :	Sciences et Technologies Électriques	Systeme n° 3

CORRECTION

❖ **Sujet :**

PORTE AUTOMATISEE

08 pages

❖ **Exercices d'application:**

- ◆ Fiche cours n° 12 « *Le TRIGGER* »
- ◆ Fiche cours n° 14 « *Les S.P de temporisation* »

03 pages

❖ **4 TD:**

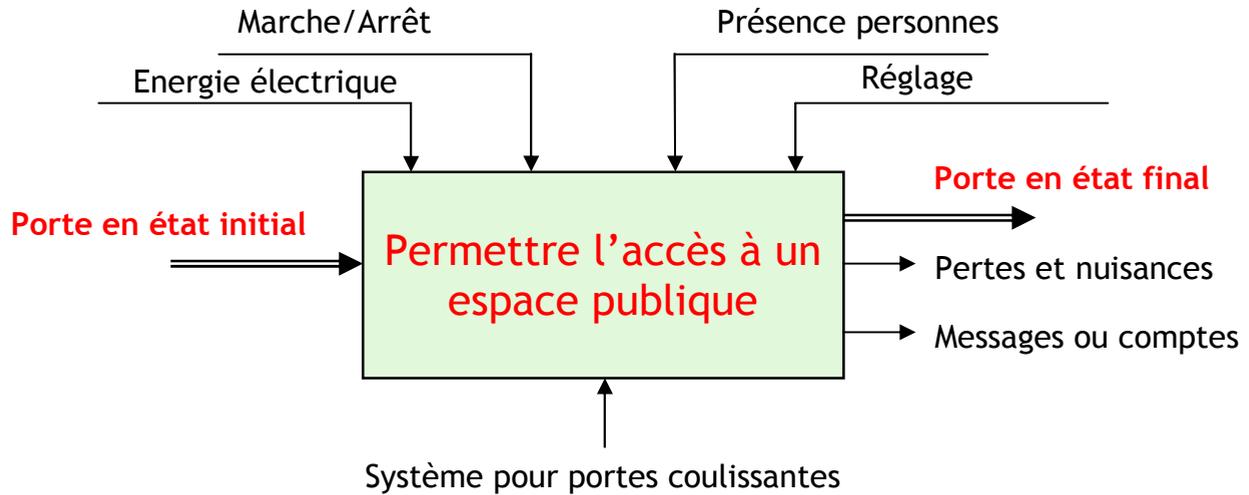
- ◆ TD n° 5 « *Utilisation des PORTA et PORTB* »
- ◆ TD n° 6 « *Etude d'un système de chauffage* »

06 pages

DREP 01

CORRECTION

Actigramme A-0



Bête à cornes

A qui le produit rend-il service ?

Sur quoi le produit agit-il?

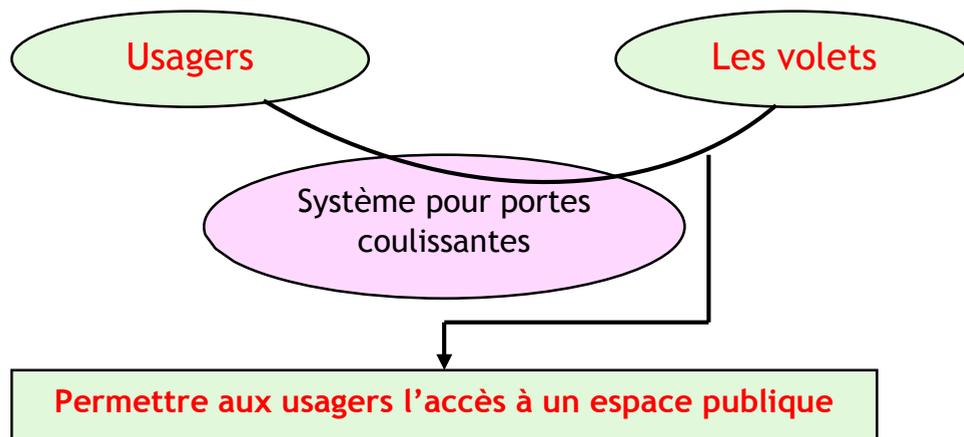
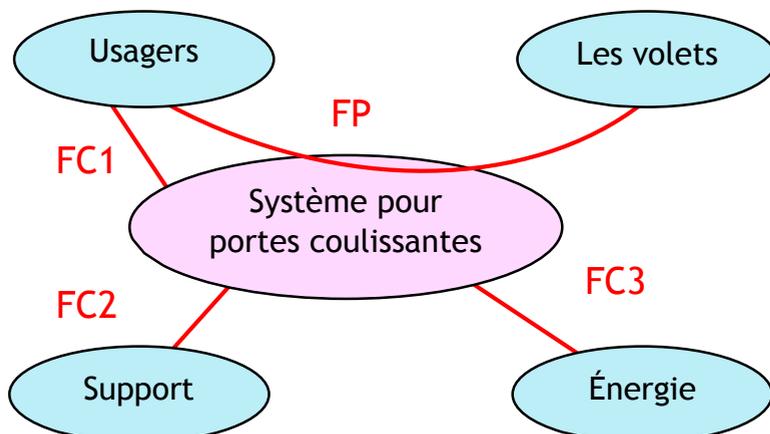


Diagramme de Pieuvre

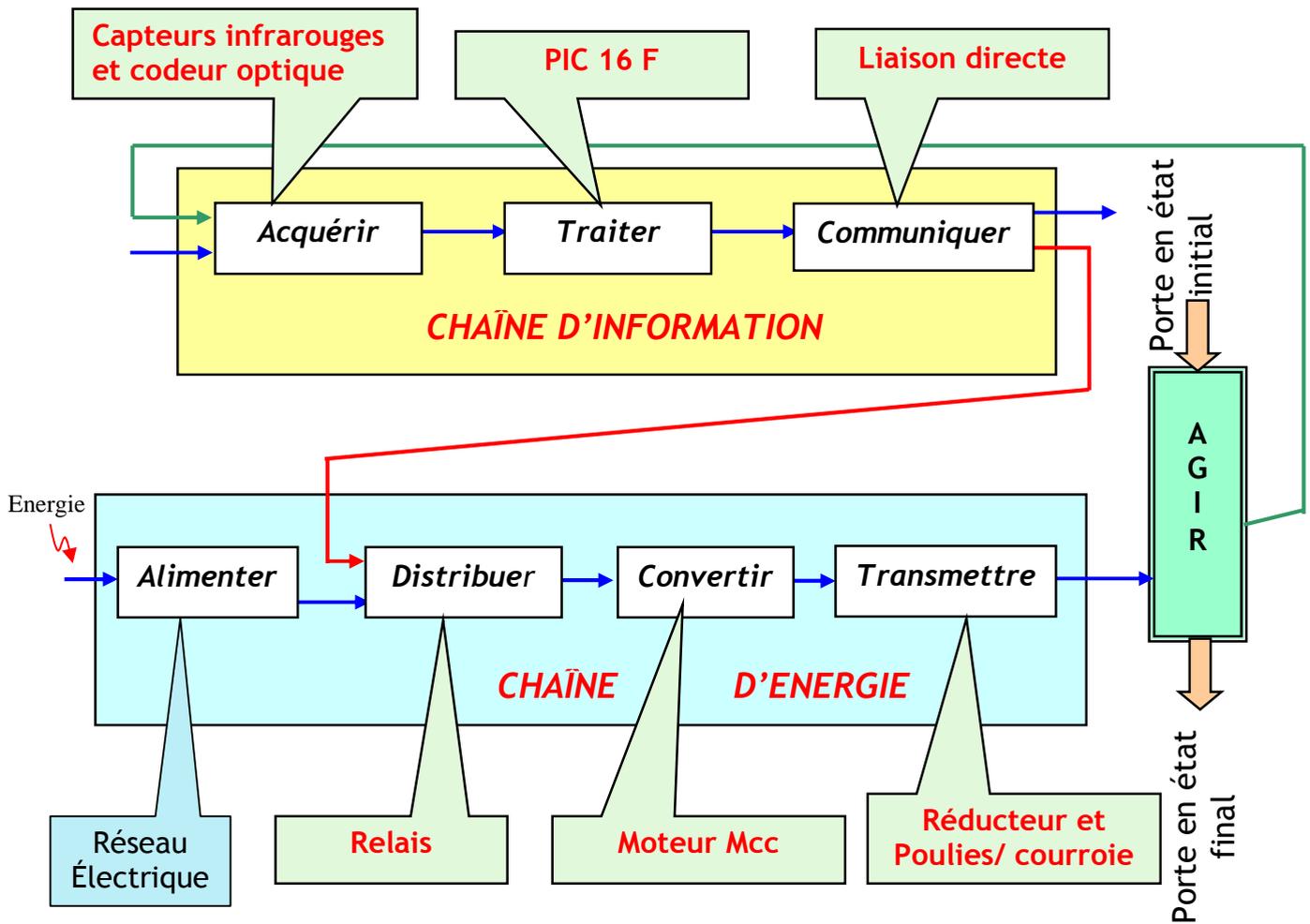


FP : Permettre aux usagers l'accès à un espace public.
 FC1 : Détecter la présence des personnes.
 FC2 : S'adapter au support.
 FC3 : S'adapter au réseau d'énergie.

DREP 02

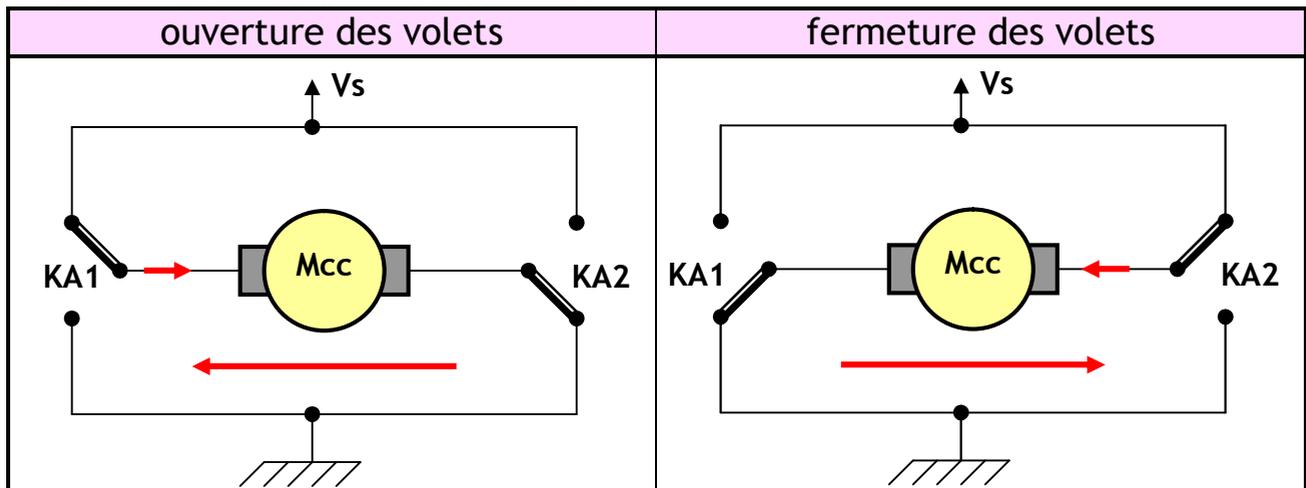
CORRECTION

Etude structurelle du système



Alimentation et protection du moteur

1. Le schéma d'alimentation du moteur.



2. Protection du moteur.

2.1 Pourquoi le blocage de la porte provoque-t-il une surintensité dans le Mcc ?

On sait que $I_M = (V_s - K\Omega)/r$.

Le blocage de la porte annule Ω , ce qui implique l'annulation de la f.c.e.m, de ce fait le courant I_M n'est limité que par r (résistance de l'induit).

DREP 03

CORRECTION

2.2 Que représente la tension $V_{réf}$?

$V_{réf} = R_{lim} \cdot I_{Mmax}$; $V_{réf}$ est alors l'image de I_{Mmax} .

2.3 Tableau à compléter.

	État de RB4	État du moteur
$I_M R_{lim} < V_{réf}$	1	Fonctionnement
$I_M R_{lim} > V_{réf}$	0	Arrêt par μC

Variation de vitesse du moteur

1. Quel est le type de ce CNA ?

C'est un CNA à réseau R-2R.

2. Mettre E_{TH} sous la forme $E_{TH} = K_1 \cdot N$ et donner l'expression de K_1 et N en précisant la signification de K_1 .

$E_{TH} = (V_{cc}/8) \cdot (RA_2 \cdot 2^2 + RA_1 \cdot 2^1 + RA_0 \cdot 2^0) = K_1 \cdot N$
avec $K_1 = V_{cc}/8$ et $N = RA_2 \cdot 2^2 + RA_1 \cdot 2^1 + RA_0 \cdot 2^0$.
 K_1 est le quantum ou résolution.

3. L'amplificateur opérationnel A_{op} est supposé idéal. Montrer que $V_s = (1+R_1/R_2) \cdot U_{CNA}$.

$V^- = V_s \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$ et $V^+ = U_{CNA}$

L'amplificateur opérationnel travaille en mode linéaire, donc $V^- = V^+$

$U_{CNA} = V_s \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$ $V_s = (1+R_1/R_2) \cdot U_{CNA}$

4. Quel est le rôle du transistor T ?

C'est un amplificateur de courant et adaptateur d'impédance

5. Sachant que $\Omega = K_2 \cdot V_s$, donner l'expression qui lie Ω et N .

$U_{CNA} = E_{TH} = K_1 \cdot N$, $V_s = (1+R_1/R_2) \cdot U_{CNA}$
et $\Omega = K_2 \cdot V_s$

Donc $\Omega = K_2 \cdot K_1 \cdot (1+R_1/R_2) \cdot N$.

6. Quelle est alors l'influence de N sur la vitesse du moteur.

La vitesse du moteur est proportionnelle à N on dit qu'on a un variateur de vitesse

7. La vitesse rapide et la vitesse de ralenti de la porte correspondent respectivement aux tensions $V_s = 10V$ et $V_s = 4V$:

7.1. Calculer R_1 et R_2 sachant que la vitesse rapide est sélectionnée par la combinaison $RA_2 RA_1 RA_0 = 111$ et que $(R_1 + R_2) = 10 K \Omega$.

$V_s = (1+R_1/R_2) \cdot K_1 \cdot N$ $R_1/R_2 = (V_s / K_1 N) - 1$

$R_1/R_2 = 1,28 \Rightarrow R_1 = 1,28 R_2$ et on a $R_1 + R_2 = 10 K \Omega \Rightarrow 2,28 R_2 = 10 K \Omega$

$R_2 = 10 / 2,28 K \Omega \Rightarrow R_2 = 4,4 K \Omega$

$R_1 = 10 - R_2 \Rightarrow R_1 = 5,6 K \Omega$

7.2. Donner alors la combinaison $RA_2 RA_1 RA_0$ permettant de sélectionner la vitesse de ralenti.

$V_s = (1+R_1/R_2) \cdot K_1 \cdot N$ donc $N = V_s / (1+R_1/R_2) \cdot K_1$

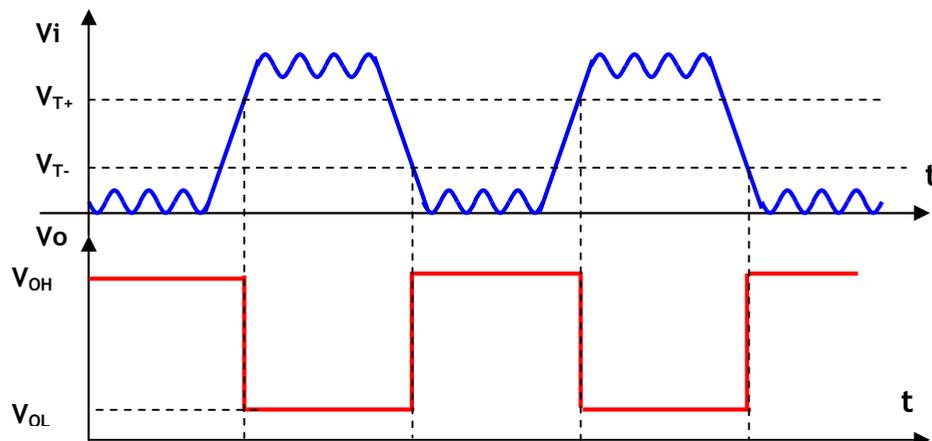
$N = 3 \Rightarrow RA_2 RA_1 RA_0 = 011$

DREP 04

CORRECTION

Acquisition de présence

1. Pourquoi ce type de capteur est dit de proximité.
Absence de contact entre l'objet en mouvement et le capteur.
2. Quelle la nature de l'information délivrée par ce capteur.
Information logique (T.O.R).
3. Combien de porte logique tiggerisées contient le SN7414.
6 portes.
4. De quelle technologie -CMOS ou TTL- est le SN7414.
Technologie TTL
5. Donner la valeur numérique des seuils de basculement V_{T+} et V_{T-} .
 $V_{T+} = 1.7v$ et $V_{T-} = 0.9v$.
6. En déduire la valeur de V_H (l'hystérésis).
 $V_H = 0.8v$.
7. Donner les valeurs max et min de la tension V_o (V_{OH} et V_{OL}).
 $V_{OH} = 3.2v$ et $V_{OL} = 0.2v$.
8. Tracer le chronogramme de V_o .



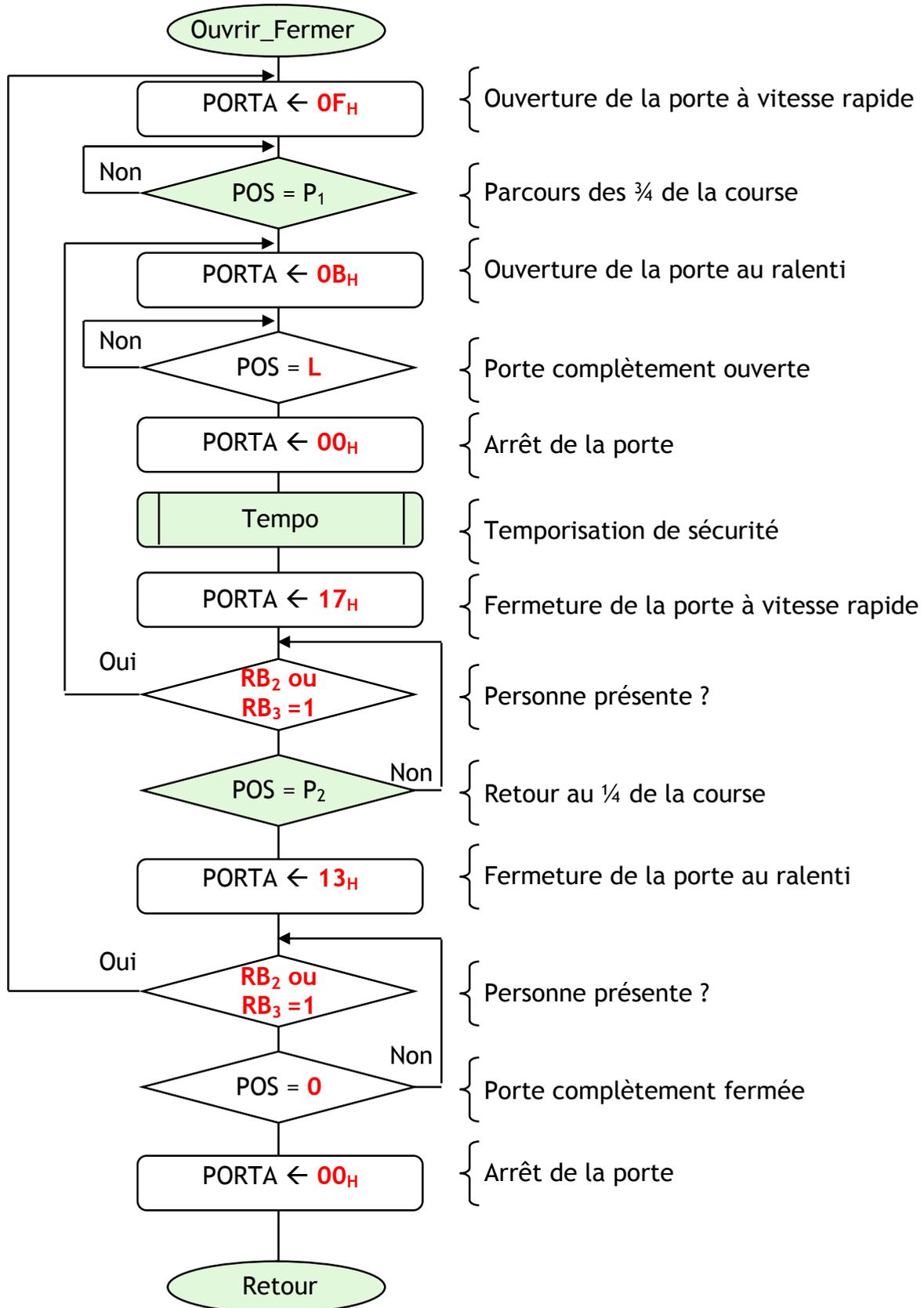
Acquisition de position

1. Calculer le déplacement minimal de la courroie détectable par ce capteur sachant qu'un tour de la poulie correspond à un déplacement linéaire de la courroie de 26.66 cm.
**Le déplacement minimal de la courroie détectable par ce capteur est :
 $d = \text{déplacement} / \text{nombre de points} \rightarrow L = 26.66/8 = 3,33 \text{ cm}$**
2. Principe de la détermination de la position de la porte.
 - 2.1 Combien de tours le disque fera-t-il, pour qu'un volet parcoure 1m .
Nombre de tours = $1m / 0.2666 \text{ m} = 3.75 \text{ tours}$.
 - 2.2 En déduire le nombre de bits nécessaires pour représenter la position.
Nombre d'impulsions = $3.75 \times 8 = 30 \text{ impulsions}$ Nombre de bits = 5.

DREP 05

CORRECTION

Organigramme Ouvrir_Fermer



DREP 06

CORRECTION

Sous programme Ouvrir_Fermer

Ouvrir_Fermer	MOVLW	0x0F
	MOVWF	PORTA
Lab1	MOVF	P₁, W
	SUBWF	POS, W
	BTSS	STATUS, Z
	GOTO	Lab1
Lab2	MOVLW	0x0B
	MOVWF	PORTA
Lab3	MOVF	L, W
	SUBWF	POS, W
	BTSS	STATUS, Z
	GOTO	Lab3
	CLRF	PORTA
	CALL	Tempo
	MOVLW	0x17
	MOVWF	PORTA
Lab4	BTSS	PORTB, 2
	GOTO	Lab2
	BTSS	PORTB, 3
	GOTO	Lab2
	MOVF	P₂, W
	SUBWF	POS, W
	BTSS	STATUS, Z
	GOTO	Lab4
	MOVLW	0x13
	MOVWF	PORTA
Lab5	BTSS	PORTB, 2
	GOTO	Ouvrir_Fermer
	BTSS	PORTB, 3
	GOTO	Ouvrir_Fermer
	MOVLW	0x00
	SUBWF	POS, W
	BTSS	STATUS, Z
	GOTO	Lab5
	CLRF	PORTA
	RETURN	

Programme d'initialisation

```

Initialisation BSF STATUS, 5
                ; accès à la BANK 1
                CLRF TRISA
                ; PORTA en sortie
                MOVLW 0xFF
                MOVWF TRISB
                ; PORTB en entrée
                BCF STATUS, 5
                ; accès à la BANK 0
  
```

Sous-programme d'interruption

```

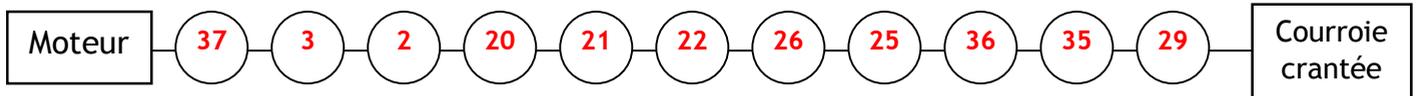
Val_Pos BTSS PORTB, 1
          GOTO Down
          INCF POS
          GOTO Fin
Down DECF POS
Fin RETFIE
  
```

DREP 07

CORRECTION

Etude du motoréducteur

1. À partir de la position des éléments définis sur le dessin, compléter dans l'ordre les repères des différentes pièces qui participent à la transmission du couple.



2. Analyser la liaison entre (21) et (22) en rayant dans le tableau ci-dessous les caractères qui ne conviennent pas.

Partielle	Par adhérence	Elastique	démontable	Indirecte
Complète	Par obstacle	Rigide	non-démontable	directe

3. Quand on coupe l'alimentation de la bobine:

3.1. Citer les repères des pièces qui se déplacent :

22-26 et 28.

3.2. Préciser le type de mouvement de celles-ci :

Translation d'axe Oy.

4. Donner la fonction des éléments définis dans le tableau ci-dessous :

Éléments	Fonction
Clavette (4)	Réaliser une liaison en rotation entre 3 et 2.
Ressort (27)	Ramener (22) en position repos quand l'électroaimant n'est plus alimenté.
Rondelle (30)	Freinage de sécurité relative de (35) par rapport à (25).
Joint (15)	Assurer l'étanchéité du système roue et vis sans fin.

5. Quel est le matériau des pièces suivantes :

Le corps (1) : **Alliage d'aluminium cuivre.**

La roue (3) : **Alliage de**

6. Quel est le procédé d'obtention des pièces suivantes :

Le corps (1) : **Par moulage**

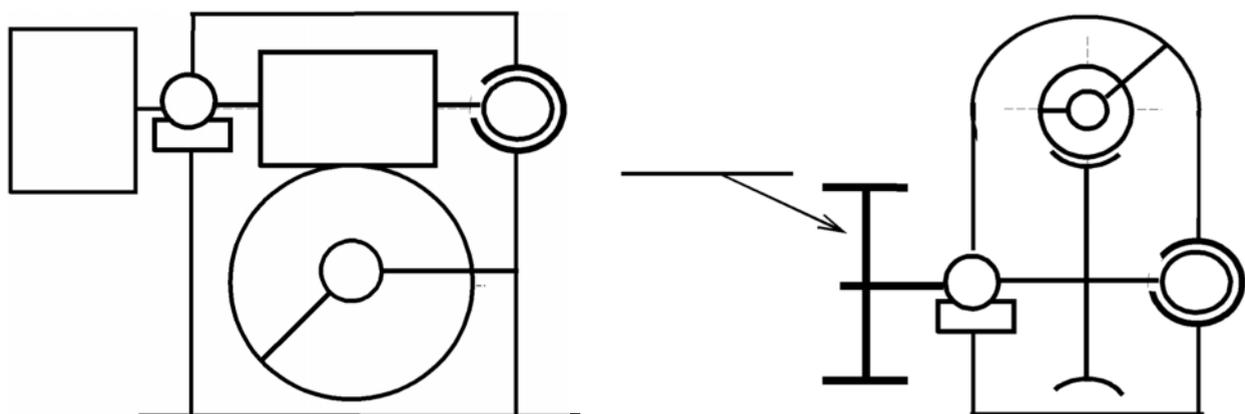
L'arbre (2) : **Par usinage.**

7. Pourquoi le constructeur a-t-il choisi le réducteur roue et vis sans fin ?

La réduction de vitesse est assez importante dans un encombrement réduit.

Etude cinématique

1. Compléter le schéma cinématique du réducteur roue et vis sans fin :



DREP 08

CORRECTION

Etude cinématique

2. Déterminer la raison du réducteur roue et vis sans fin :

$$r = z_{\text{vis}} / z_{\text{roue}}$$

$$r = 2/80 = 1/40 = 0.025$$

$r = 0.025$

3. Déterminer la fréquence de rotation de la poulie motrice :

$$N_{\text{poulie}} = N_{\text{moteur}} \cdot r_{\text{réducteur}}$$

$$N_{\text{poulie}} = 1500 \times 1/40 = 37.5$$

$N = 37.5$

4. Déterminer la vitesse de translation d'un vantail

$$v = R_{\text{poulie}} \times \omega_{\text{poulie}} = R_{\text{poulie}} \cdot \pi \cdot N_{\text{poulie}} / 30$$

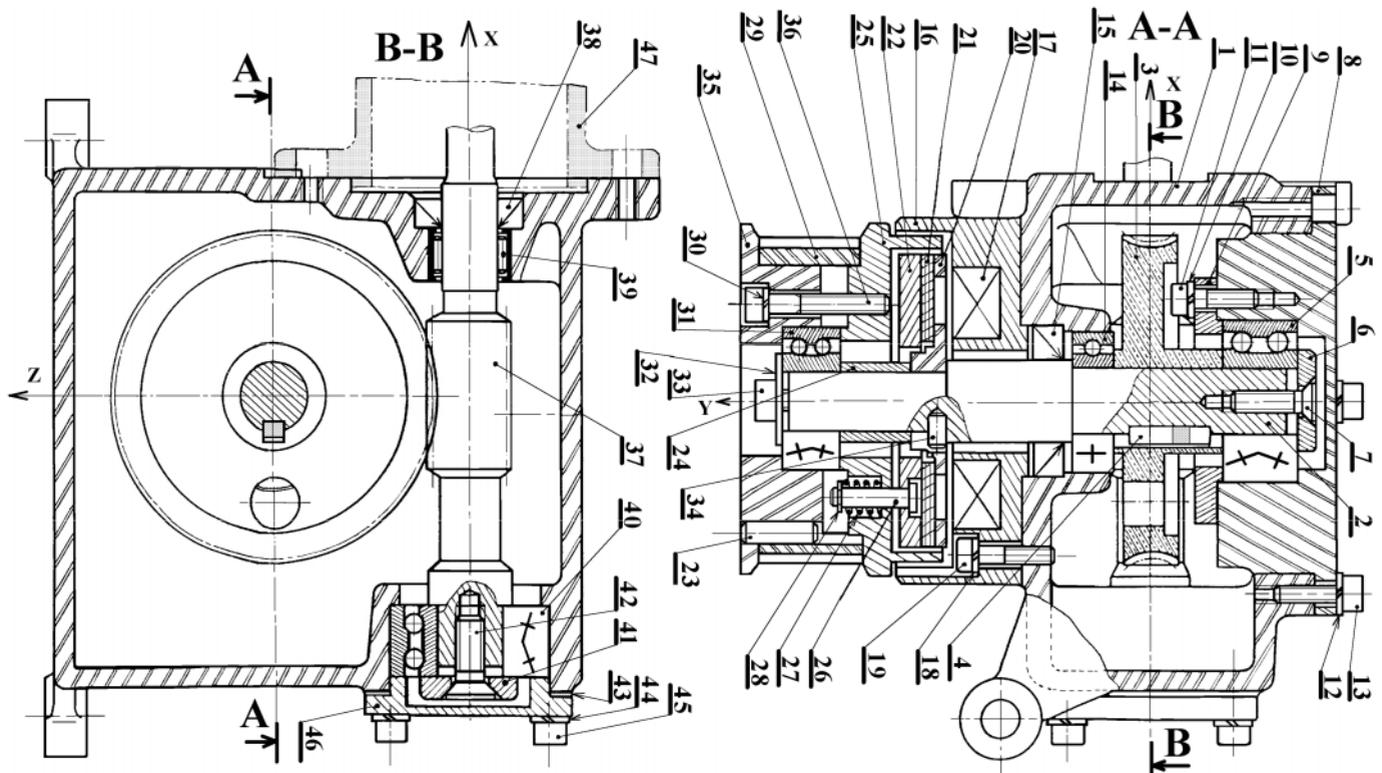
$$v = 84.89/2 \times \pi \times 37.5 / 30 = 167 \text{ mm/s.}$$

$v = 0167 \text{ mm/s}$

Travail graphique

Le guidage en rotation de l'arbre (37) par rapport au corps (1) est assuré par les roulements (39) et (40). On demande de :

1. Compléter le montage des roulements ;
2. Indiquer les tolérances de montage des roulements.



Trigger de SCMITT

2- Trigger non inverseur :

2.1- fonctionnement :

Le montage est à réaction positive ; donc l'A.Op est en mode de commutation (trigger).

On a : $V^+ = (V_s \cdot R_1 + V_e \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$ et $V^- = V_{ref}$

On a basculement si $V^+ = V^-$

Donc : $V_{ref} = (V_s \cdot R_1 + V_e \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$

$V_e = V_{ref} \cdot (R_1 + R_2) / R_2 - V_s \cdot R_1 / R_2$

Si $V_s = +V_{cc}$; On a basculement pour

$V_e = V_{e1} = V_{ref} \cdot (R_1 + R_2) / R_2 - V_{cc} \cdot R_1 / R_2$

Si $V_s = -V_{cc}$; On a basculement pour

$V_e = V_{e2} = V_{ref} \cdot (R_1 + R_2) / R_2 + V_{cc} \cdot R_1 / R_2$

$$V_{SH} = V_{ref} \cdot (R_1 + R_2) / R_2 + V_{cc} \cdot R_1 / R_2$$

$$V_{SL} = V_{ref} \cdot (R_1 + R_2) / R_2 - V_{cc} \cdot R_1 / R_2$$

Si $V_{ref} = 0$; alors :

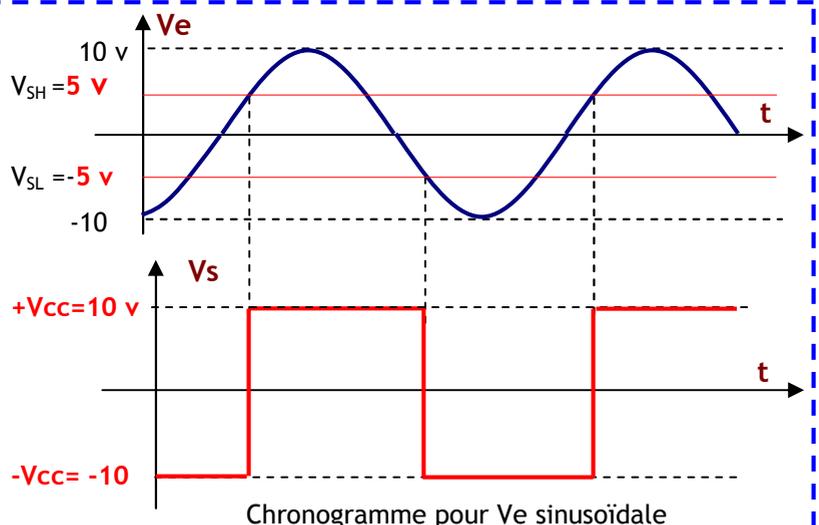
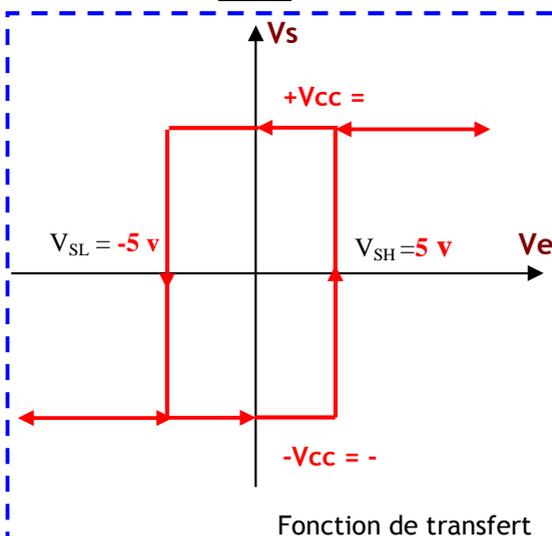
$$V_{SH} = V_{cc} \cdot R_1 / R_2$$

et

$$V_{SL} = -V_{cc} \cdot R_1 / R_2$$

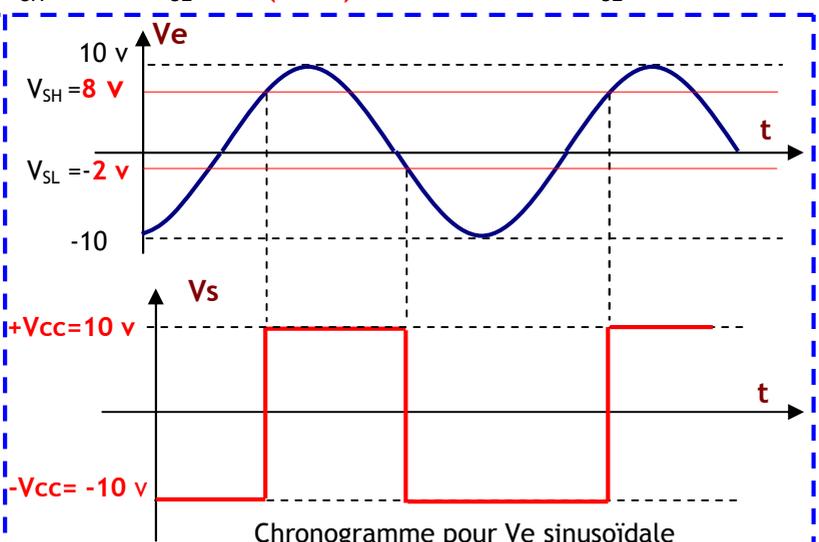
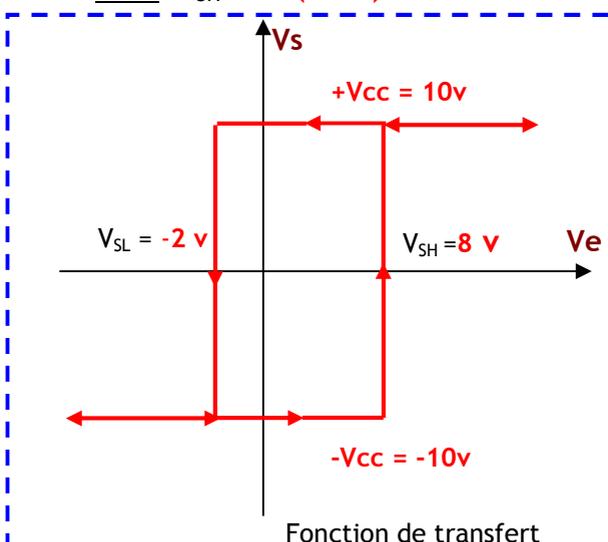
2.2- Chronogramme et fonction de transfert pour $V_{ref} = 0$:

A.N: $V_{SH} = +10 \cdot 1 / 2 \rightarrow V_{SH} = 5 \text{ v}$ $V_{SL} = -10 \cdot 1 / 2 \rightarrow V_{SL} = -5 \text{ v}$



2.3- Chronogramme et fonction de transfert pour $V_{ref} \neq 0$:

A.N: $V_{SH} = 2 \cdot (1 + 2) / 2 + 10 \cdot 1 / 2 \rightarrow V_{SH} = 8 \text{ v}$ $V_{SL} = 2 \cdot (1 + 2) / 2 - 10 \cdot 1 / 2 \rightarrow V_{SL} = -2 \text{ v}$



3- Trigger inverseur :

3.1- Fonctionnement :

Le montage est à réaction positive ; donc l'A.Op est en mode de commutation (trigger).

On a : $V^+ = (V_s \cdot R_1 + V_{ref} \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$ et $V^- = V_e$

On a basculement si $V^+ = V^-$

Donc : $V_e = (V_s \cdot R_1 + V_{ref} \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$

Si $V_s = +V_{cc}$; On a basculement pour

$V_e = V_{e1} = (V_{cc} \cdot R_1 + V_{ref} \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$

Si $V_s = -V_{cc}$; On a basculement pour

$V_e = V_{e2} = (-V_{cc} \cdot R_1 + V_{ref} \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$

$$V_{SH} = (V_{cc} \cdot R_1 + V_{ref} \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$$

$$V_{SL} = (-V_{cc} \cdot R_1 + V_{ref} \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$$

Si $V_{ref} = 0$; alors :

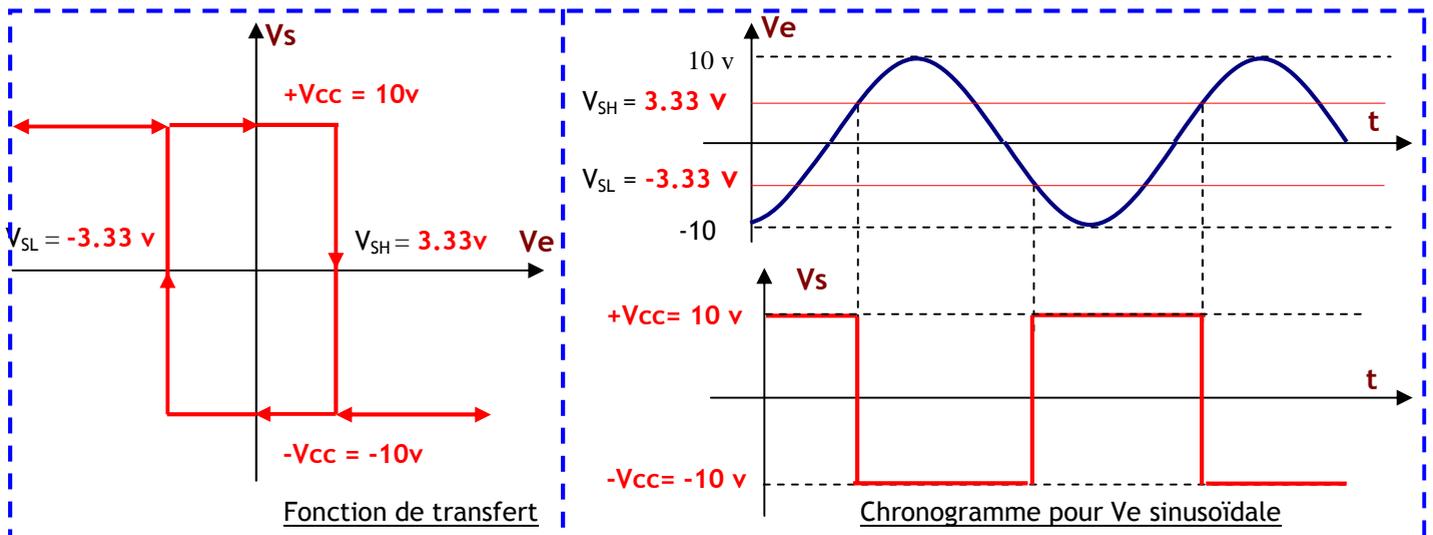
$$V_{SH} = V_{SH} = V_{cc} \cdot R_1 / (R_1 + R_2)$$

et

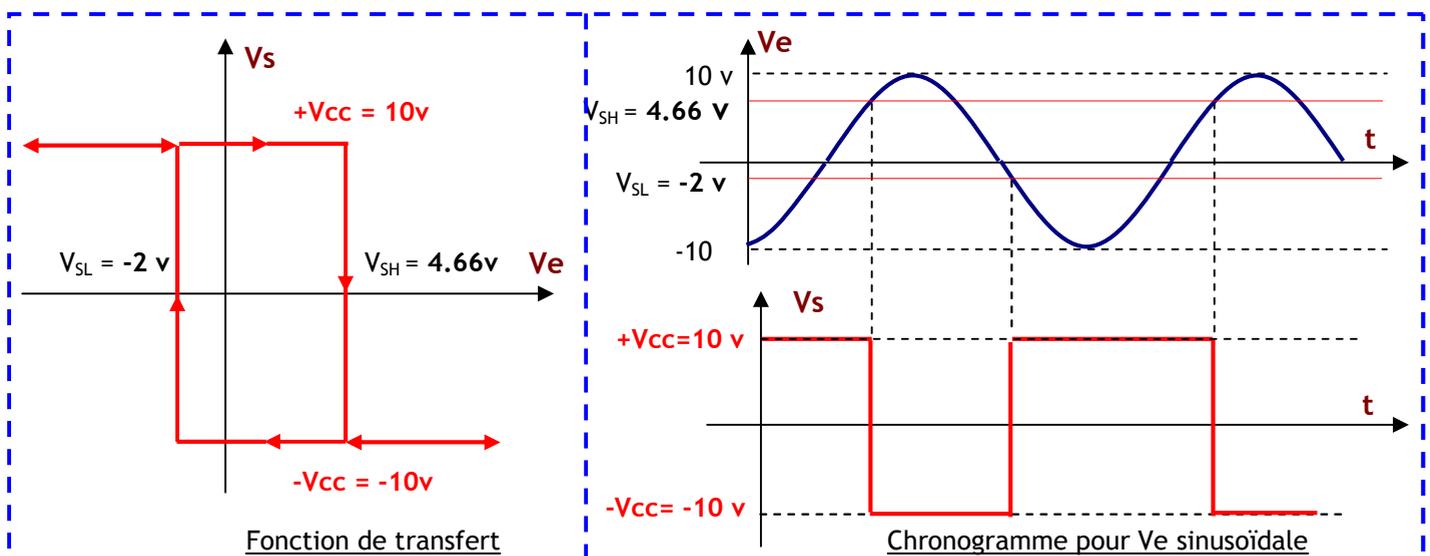
$$-V_{cc} \cdot R_1 / (R_1 + R_2)$$

3.2- Chronogramme et fonction de transfert pour $V_{ref} = 0$:

A.N : $V_{SH} = +10.1/3 \rightarrow V_{SH} = 3.33 \text{ v}$ $V_{SL} = -10.1/3 \rightarrow V_{SL} = -3.33 \text{ v}$

3.3- Chronogramme et fonction de transfert pour $V_{ref} \neq 0$:

A.N : $V_{SH} = (10.1 + 2.2) / (1+2) \rightarrow V_{SH} = 4.66 \text{ v}$ $V_{SL} = (-10.1 + 2.2) / (1+2) \rightarrow V_{SL} = -2 \text{ v}$



Sous programme de temporisation

2- Temporisation moyenne :

2.3- Programme:

Sous programme Tempo		Nb de Cycle	Sous programme Tempo		Nb de Cycle
Loop	MOVLW V	1	MOVLW V	1	
	MOVWF 0x0C	1	MOVWF 0x0C	1	
	DECFSZ 0x0C, 1	1(2)	Nop	1	
	GOTO Loop	2	DECFSZ 0x0C, 1	1(2)	
	RETURN	2	GOTO Loop	2	
			RETURN	2	

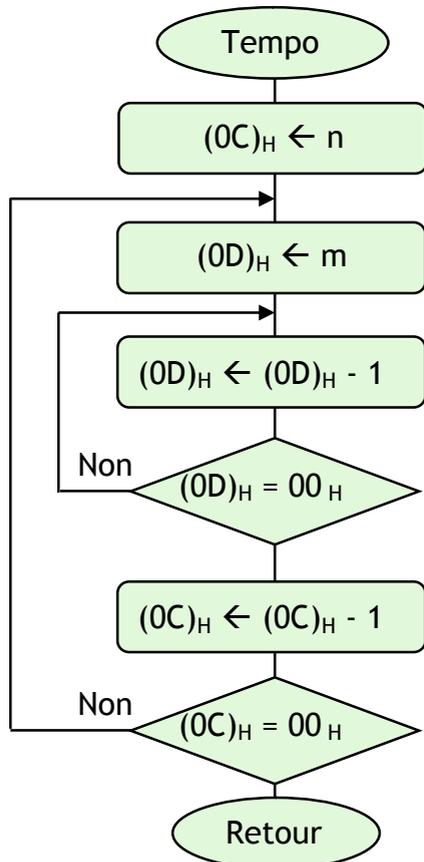
2.4- Calcul de la Temporisation :

Tempo 1 = 1 + 1 + V. (1 + 2) + 2 = 4 + 3. V cycles machine
 Tempo 2 = 1 + 1 + V. (1 + 1 + 2) + 2 = 4 + 4. V cycles machine

Si la fréquence du quartz est égale à 4 Mhz : Un Cycle = 1 / (F/4) = 1 µs
 La temporisation est maximale, pour V_{MAX}
 Tempo 1_{MAX} = 4 + 3. 255 = 769 µs
 Tempo 2_{MAX} = 4 + 4. 255 = 1024 µs

3- Temporisation grande :

3.2- Organigramme:



3.3- Programme:

Sous programme Tempo		Nb de Cycle
Tempo	MOVLW n	1
	MOVWF 0x0C	1
Lab1	MOVLW m	1
	MOVWF 0x0D	1
Lab2	DECFSZ 0x0D, 1	1(2)
	GOTO Lab2	2
	DECFSZ 0x0C, 1	1(2)
	GOTO Lab1	2
	RETURN	2

3.4- Calcul de la Temporisation :

Tempo = 1 + 1 + n. (1 + 1 + m. (1 + 2) + 1 + 2) + 2 = 4 + n. (5 + m. 3) V cycles machine
 Tempo = 4 + 5.n + 3.m.n V cycles machine
 Un Cycle = 1 / (F/4) = 1 µs
 Tempo_{MAX} = 4 + 5.255 + 3.255.255
 Tempo_{MAX} = 1279 + 195075
 Tempo_{MAX} = 196354 µs

UTILISATION DES PORTS

I- Exercice 1 :

Configurer le PORTB en entrée et PORTA en sortie - PIC 16F84 -.

```
BSF      STATUS, 5 ; accès à la Bank1
MOVLW   0xFF      ;
MOVWF   TRISB    ; PORTB en entrée
MOVLW   0x00      ;
MOVWF   TRISA    ; PORTA sortie
BCF     STATUS, 5 ; accès à la Bank0
```

II- Exercice 2 :

Configurer les broches RB₀, RB₁, RB₂, RB₃, RB₅, RB₇ en entrée, les broches RB₄, RB₆ en sortie, les broches RA₀, RA₃, RA₄ en entrée et les broches RA₂, RA₁ en sortie- PIC 16F84 -.

```
BSF      STATUS, 5 ; accès à la Bank1
MOVLW   0xAF      ;
MOVWF   TRISB    ;
MOVLW   0x19      ;
MOVWF   TRISA    ;
BCF     STATUS, 5 ; accès à la Bank0
```

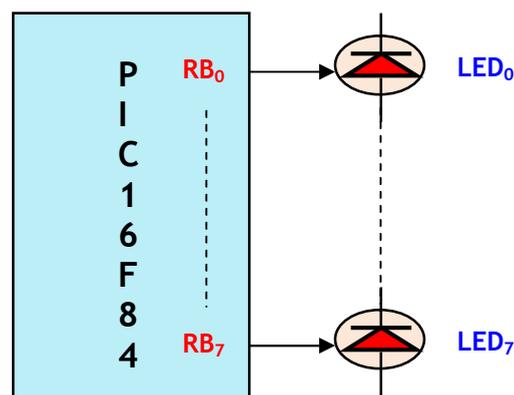
III- Exercice 3 :

Configurer le PORTB en entrée, le PORTA en sortie, le PORTC en entrée, le PORTD en sortie et le PORTE en entrée - PIC 16F877 -.

```
BCF     STATUS, 6 ;
BSF     STATUS, 5 ; accès à la Bank1
MOVLW   0xFF      ;
MOVWF   TRISB    ; PORTB en entrée
MOVWF   TRISC    ; PORTC en entrée
MOVWF   TRISE    ; PORTE en entrée
MOVLW   0x00      ;
MOVWF   TRISA    ; PORTA sortie
MOVWF   TRISD    ; PORTD sortie
BCF     STATUS, 5 ; accès à la Bank0
```

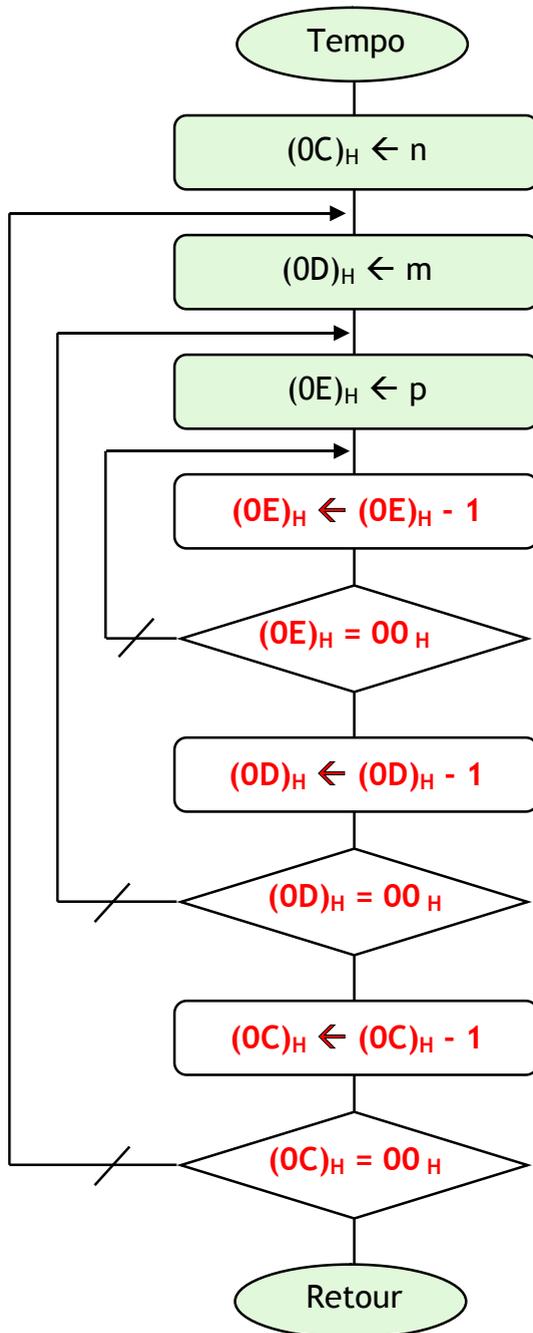
IV- Exercice 4 :

Soit le montage suivant :



4.1- Donner un exemple de sous programme de temporisation. Utiliser 3 boucles imbriquées.

Organigramme



Sous programme Tempo			Nb de Cycle
Tempo	MOVLW	n	1
	MOVWF	0x0C	1
Lab1	MOVLW	m	1
	MOVWF	0x0D	1
Lab2	MOVLW	p	1
	MOVWF	0x0E	1
Lab3	DECFSZ	0x0E, 1	1(2)
	GOTO	Lab3	2
	DECFSZ	0x0D, 1	1(2)
	GOTO	Lab2	2
	DECFSZ	0x0C, 1	1(2)
	GOTO	Lab1	2
	RETURN		2

Calcul de la Temporisation :

Si la fréquence du quartz est égale à 4 Mhz :

$$\text{Un Cycle} = 1 / (F/4) = 1 \mu\text{s}$$

$$\text{Tempo} = 1 + 1 + n. (1 + 1 + m. (1 + 1 + p. (1 + 2) + 1 + 2) + 1 + 2) + 2$$

$$\text{Tempo} = 4 + n. (2 + m. (2 + 3. p + 3) + 3)$$

$$\text{Tempo} = 4 + n. (5 + m. (5 + 3. p))$$

$$\text{Tempo} = 4 + n. (5 + 5.m + 3. p.m)$$

$$\text{Tempo} = 4 + 5. n + 5. m. n + 3. p. m. n$$

cycles

La temporisation est maximale, pour n_{MAX} , m_{MAX} et p_{MAX}

$$\text{Tempo}_{\text{MAX}} = 4 + 5. 255 + 5. 255. 255 + 3.255. 255. 255 \text{ cycles}$$

$$\text{Tempo}_{\text{MAX}} = 50070529 \mu\text{s} \approx 50 \text{ s}$$

Calcul de la Temporisation pour n = 5, m = 255 et p = 255 :

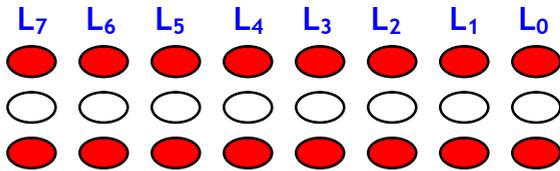
$$\text{Tempo} = 4 + 5. n + 5. m. n + 3. p. m. n \text{ cycles}$$

$$\text{Tempo} = 4 + 5. 5 + 5. 255. 5 + 3. 255. 255. 5 \text{ cycles}$$

$$\text{Tempo} = 4 + 25 + 6375 + 975375 \text{ cycles}$$

$$\text{Tempo} = 981779 \mu\text{s} \quad \text{Tempo} \approx 1 \text{ s}$$

4.2- Faire un programme qui permet d'allumer et d'éteindre les LEDs connectées au PORTB.

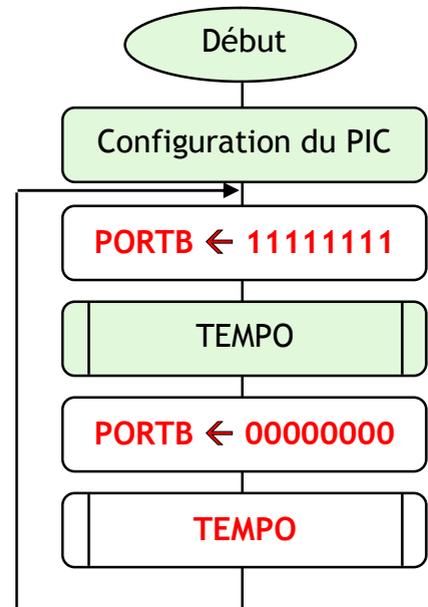


Programme :

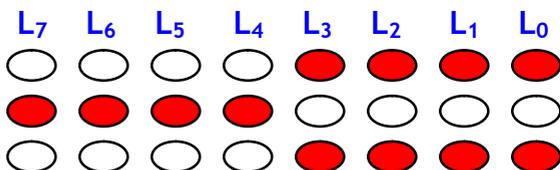
```

Lab   BSF      TATUS, 5      ; Accès Bank1
      CLRF    TRISB      ; PORTB en Sortie
      BCF    STATUS, 5   ; Accès Bank0
      MOVLW  0xFF       ;
      MOVWF  PORTB      ; LEDS allumées
      CALL  TEMPO       ; appel SP tempo
      MOVLW  0x00       ;
      MOVWF  PORTB      ; LEDS allumées
      CALL  TEMPO       ; appel SP tempo
      GOTO  Lab
  
```

Organigramme :



4.3- Faire un programme qui permet d'allumer et d'éteindre les LEDs connectées au PORTB 4 par 4.

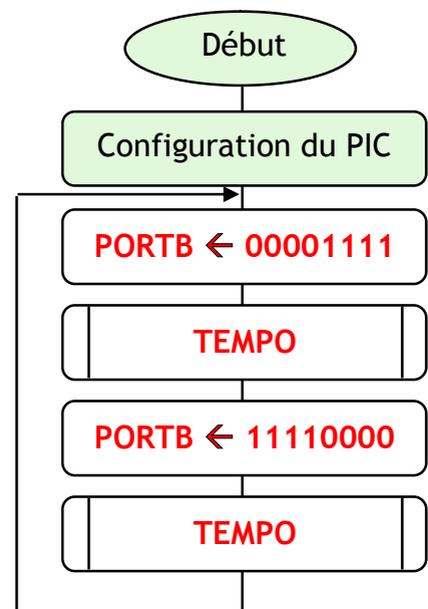


Programme :

```

Lab   BSF      TATUS, 5      ; Accès Bank1
      CLRF    TRISB      ; PORTB en Sortie
      BCF    STATUS, 5   ; Accès Bank0
      MOVLW  0x0F       ;
      MOVWF  PORTB      ; LEDS allumées
      CALL  TEMPO       ; appel SP tempo
      MOVLW  0xF0       ;
      MOVWF  PORTB      ; LEDS allumées
      CALL  TEMPO       ; appel SP tempo
      GOTO  Lab
  
```

Organigramme :



Etude d'un système de séchage

C- Document réponse :

1- Capteur de température (La C.T.N) :

1.1. Déterminer la valeur de R_4 (CTN) qui correspondant à 40°C .

$$R_4(T) = R_0 \cdot \exp(B \cdot ((1/T) - (1/T_0)))$$

$$R_4(40^\circ\text{C}) = 10 \cdot \exp(3977 \cdot ((1/313) - (1/298))) \quad R_4(40^\circ\text{C}) = 5,31 \text{ K}\Omega$$

1.2. Déterminer la valeur de R_4 (CTN) qui correspondant à 70°C .

$$R_4(T) = R_0 \cdot \exp(B \cdot ((1/T) - (1/T_0)))$$

$$R_4(70^\circ\text{C}) = 10 \cdot \exp(3977 \cdot ((1/343) - (1/298))) \quad R_4(70^\circ\text{C}) = 1,74 \text{ K}\Omega$$

2- Bloc1 (Pont de Wheatstone):

2.1. Donner l'expression de V_A en fonction de V_{CC} , R_1 et R_2 .

$$V_A = V_{CC} \times R_2 / (R_1 + R_2)$$

2.2. Donner l'expression de V_B en fonction de V_{CC} , R_3 et R_4 .

$$V_B = V_{CC} \times R_3 / (R_3 + R_4)$$

2.3. Sachant que : $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ K}\Omega$;

a. Calculer V_A .

$$V_A = V_{CC} \times R_2 / (R_1 + R_2) \quad V_A = 3 \times 10 / (10 + 10) \quad V_A = 6\text{v}$$

b. Calculer les valeurs de V_B correspondantes à 40°C et à 70°C .

$$V_B(70^\circ\text{C}) = V_{CC} \times R_3 / (R_3 + R_4(70^\circ\text{C})) \quad V_B(70^\circ\text{C}) = 12 \times 10 / (10 + 1,74) \quad V_B(70^\circ\text{C}) = 10,24 \text{ v}$$

$$V_B(40^\circ\text{C}) = V_{CC} \times R_3 / (R_3 + R_4(40^\circ\text{C})) \quad V_B(40^\circ\text{C}) = 12 \times 10 / (10 + 5,31) \quad V_B(40^\circ\text{C}) = 7,84 \text{ v}$$

c. En déduire alors les valeurs de U_{AB} correspondantes à 40°C et à 70°C .

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

$$U_{AB}(40^\circ\text{C}) = V_A - V_B(40^\circ) \quad U_{AB}(40^\circ\text{C}) = 6 - 7,84 \quad U_{AB}(40^\circ\text{C}) = -1,84\text{v}$$

$$U_{AB}(70^\circ\text{C}) = V_A - V_B(70^\circ) \quad U_{AB}(70^\circ\text{C}) = 6 - 10,24 \quad U_{AB}(70^\circ\text{C}) = -4,24\text{v}$$

3- Bloc2 (Amplificateur de différence) :

3.1. Donner le mode de fonctionnement des amplificateurs A_1 et A_2 .

On a une réaction négative, donc l'amplificateur opérationnel travaille en mode linéaire

3.2. Donner l'expression de V_{S1} en fonction de V_A , R_5 et R_6 .

$$e^+ = V_A \quad \text{et} \quad e^- = V_{S1} \cdot R_5 / (R_5 + R_6)$$

$$e^+ = e^- \quad \text{donc} \quad V_A = V_{S1} \cdot R_5 / (R_5 + R_6)$$

$$V_A = V_{S1} \cdot (R_5 + R_6) / R_5 \quad V_{S1} = V_A \cdot (1 + R_6 / R_5)$$

3.3. Donner l'expression de V_{S2} en fonction de V_{S1} , V_B , R_7 et R_8 .

$$e^+ = V_B \quad \text{et} \quad e^- = (V_{S1} \cdot R_8 + V_{S2} \cdot R_7) / (R_7 + R_8)$$

$$e^+ = e^- \quad \text{donc} \quad V_B = (V_{S1} \cdot R_8 + V_{S2} \cdot R_7) / (R_7 + R_8)$$

$$V_B \cdot (R_7 + R_8) = (V_{S1} \cdot R_8 + V_{S2} \cdot R_7) \quad V_B \cdot (R_7 + R_8) - V_{S1} \cdot R_8 = V_{S2} \cdot R_7$$

$$V_{S2} = V_B \cdot (1 + R_8 / R_7) - V_{S1} \cdot R_8 / R_7$$

3.4.

a. Déterminer V_{S2} en fonction de U_{AB} , sachant que $U_{AB} = V_A - V_B$.

$$V_{S2} = V_B \cdot (1 + R_8 / R_7) - V_{S1} \cdot R_8 / R_7$$

$$V_{S2} = V_B \cdot (1 + R_8 / R_7) - V_A \cdot (1 + R_6 / R_5) \cdot R_8 / R_7$$

$$V_{S2} = V_B \cdot (1 + 10 / 10) - V_A \cdot (1 + 10 / 10) \cdot 10 / 10$$

$$V_{S2} = 2 \cdot V_B - 2 \cdot V_A \quad V_{S2} = -2 \cdot (V_A - V_B) \quad V_{S2} = -2 \cdot U_{AB}$$

b. En déduire alors les valeurs de V_{S2} correspondantes à 40°C et à 70°C .

$$V_{S2} = -2 \cdot U_{AB}$$

$$V_{S2(40^\circ)} = + 3.68 \text{ v} \quad V_{S2(70^\circ)} = + 8.48 \text{ v}$$

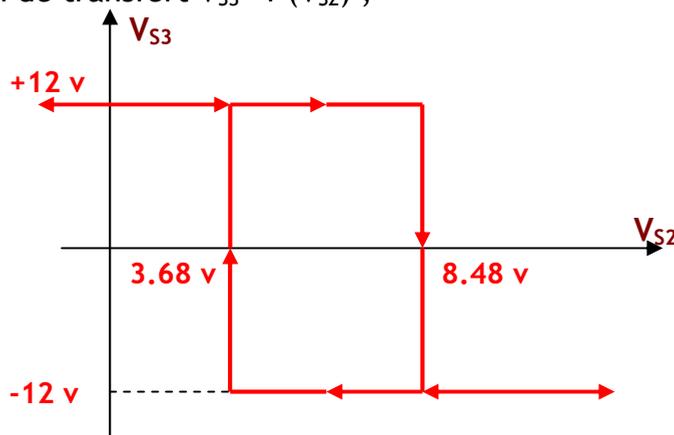
4- Bloc3 :

4.1. Donner le mode de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel A_3 .
On a une réaction positive, donc c'est le mode de commutation

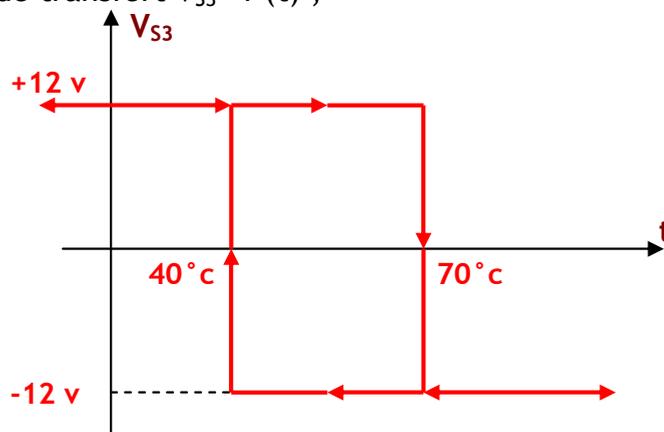
4.2. Quelle est la fonction de ce bloc ?

Trigger inverseur.

4.3. Tracer la fonction de transfert $V_{S3} = f(V_{S2})$;



4.4. Tracer la fonction de transfert $V_{S3} = f(t)$;



5- Bloc4 (Interface de sortie) :

Evolution de la température T	de 40°C à 70°C	de 70°C à 40°C
V_{S3} en volt	+ 12 v	- 12 v
Etat du transistor Tr (bloqué ou saturé)	Saturé	Bloqué
Contacteur KM_7 (ouvert ou fermé)	Ouvert	Fermé